



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

103 04 711.5

Anmeldetag:

6. Februar 2003

Anmelder/Inhaber:

DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart/DE;
ROBERT BOSCH GMBH, 70469 Stuttgart/DE.

Bezeichnung:

Verfahren zur Steuerung eines Elektromagnetventils,
insbesondere für ein Automatikgetriebe eines
Kraftfahrzeugs

IPC:

H 01 F, F 02 D

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 27. Januar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Hintermeier

EV332459887

DaimlerChrysler AG und
Robert Bosch GmbH

Heidinger
03.02.2003

Verfahren zur Steuerung eines Elektromagnetventils,
insbesondere für ein Automatikgetriebe eines Kraftfahrzeugs

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Elektromagnetventils, insbesondere für ein Automatikgetriebe eines Kraftfahrzeugs, gemäß dem Oberbegriff des Patentan-
spruchs 1.

In der DE 298 09 342 U1 ist ein Verfahren zur Steuerung eines Elektromagnetventils in Form eines Druckregelventils beschrieben, das nach Art eines über einen Elektromagneten angetriebenen Sitzventils aufgebaut ist. Das Verfahren wird von einer Steuerungseinrichtung in Form einer elektronischen Einrichtung ausgeführt, welche das Elektromagnetventil mit einem pulsweitenmodulierten Ansteuersignal in Form eines Pulssignals ansteuert. Eine Taktfrequenz des Ansteuersignals ist dabei in allen Betriebsbereichen des Elektromagnetventils konstant.

Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, ein Verfahren zur Steuerung eines Elektromagnetventils vorzuschlagen, mittels welchem ein schnelles Ansprechverhalten und eine hohe Einstellgenauigkeit des Elektromagnetventils ermöglicht wird. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Verfahren nach Anspruch 1 gelöst.

Erfindungsgemäß wird die Taktfrequenz des Ansteuersignals von der Steuerungseinrichtung in Abhängigkeit von Betriebsgrößen des Elektromagnetventils verändert. Unter den Betriebsgrößen des Elektromagnetventils werden in Verbindung mit der Erfindung auch Betriebsgrößen des Aggregats und des Hydrauliksystems, in dem das Elektromagnetventil verwendet wird, bei-

spielsweise ein Automatikgetriebe, oder des Betriebsmediums, beispielsweise Getriebeöl, verstanden. Betriebsgrößen können beispielsweise sein: die Art und die Größe des Ansteuersignals, die Temperatur des Betriebsmediums, die Höhe einer Versorgungsspannung oder Betriebszustände eines Verbrauchers, beispielsweise einer Kupplung.

Bei einer pulsweitenmodulierten Ansteuerung wird ein Sollwert am Elektromagnetventil, beispielsweise ein Sollstrom, eingestellt, indem ein Verhältnis zwischen einer Einschaltzeit und einer Ausschaltzeit der Versorgungsspannung variiert wird. Bei Ansteuerverfahren nach dem Stand der Technik ist die Summe der Einschalt- und der Ausschaltzeit, die sogenannte Periodendauer, konstant. Die Periodendauer kann beispielsweise 1 ms betragen; die Taktfrequenz also 1000 Hz. Durch diese Ansteuerung führt ein Anker des Elektromagnetventils Mikrobewegungen aus, wodurch bei einer Positionsänderung lediglich Gleitreibung und keine erheblich höhere Haftreibung überwunden werden muss.

20

Die spezifischen Eigenschaften eines Hydrauliksystems, in welchem Elektromagnetventile Verwendung finden, insbesondere die Steifigkeit und die Dämpfung, sind nicht konstant, sondern ändern sich erheblich bei verschiedenen Betriebszuständen des Hydrauliksystems bzw. Betriebsgrößen des Elektromagnetventils. Durch eine Änderung der Taktfrequenz in Abhängigkeit von Betriebsgrößen des Elektromagnetventils wird diesen unterschiedlichen Eigenschaften Rechnung getragen. Damit kann die Taktfrequenz optimal an die Eigenschaften des Hydrauliksystems angepasst und ein schnelles Ansprechverhalten und eine hohe Einstellgenauigkeit erreicht werden. Die Hysterese des Elektromagnetventils wird damit sehr gering.

30

Hydrauliksysteme neigen teilweise sehr stark zu Druckschwingungen. Die Ansteuerung und die damit hervorgerufenen Reaktionen eines Elektromagnetventils stellen Anregungen des Hydrauliksystems dar. Sie haben außerdem einen Einfluss auf Re-

35

sonanzfrequenzen des Hydrauliksystems. Die genannten Anregungen können Druckschwingungen auslösen. Die Taktfrequenz bei einer pulsweitenmodulierten Ansteuerung ist eine entscheidende Eigenschaft der Ansteuerung. Durch Anpassung der Taktfrequenz und damit der Ansteuerung an die spezifischen Eigenschaften, insbesondere Steifigkeit und Dämpfung, können Druckschwingungen im Hydrauliksystem vermieden werden.

In Ausgestaltung der Erfindung ist die Taktfrequenz von einem Soll- und/oder Ist-Ventilstrom durch die Spule abhängig. Mit der pulsweitenmodulierten Ansteuerung soll ein bestimmter Soll-Ventilstrom durch den Anker eingestellt werden. Das Verhältnis zwischen Einschalt- und Ausschaltzeit der Versorgungsspannung wird so eingestellt, dass sich der Soll-Ventilstrom ergibt. Der resultierende Ist-Ventilstrom kann gemessen werden.

Auf Grund der pulsweitenmodulierten Ansteuerung ergibt sich ein Ist-Strom in der Spule, welcher sägezahnartig um das arithmetische Mittel des Ist-Stroms schwankt. Der sägezahnartige Verlauf weist ein PT1-Verhalten auf, welches durch die Induktivität der Spule begründet ist. Die Form des Ist-Stroms ist dabei von der Höhe des Soll- oder Ist-Stroms abhängig. Mittels einer Anpassung der Taktfrequenz an den Soll- und/oder Ist-Strom kann die Form und damit auch die Anregung des Hydrauliksystems an die Eigenschaften des Hydrauliksystems angepasst werden.

Das Elektromagnetventil kann als ein sogenanntes Sitzventil ausgeführt sein, welches über einen Übertrittsquerschnitt zur Beeinflussung von Druck- und/oder Strömungsverhältnissen verfügt. Mittels eines Ankers, welcher von der Spule bewegt werden kann, ist der Übertrittsquerschnitt veränderbar. Bei einer so gearteten Ausführung des Elektromagnetventils wird die Taktfrequenz erhöht, wenn sich der Anker in der Nähe des sogenannten Ventilsitzes befindet, welcher zusammen mit dem Anker den Übertrittsquerschnitt bestimmt.

Die pulsweitenmodulierte Ansteuerung führt zu Mikrobewegungen des Ankers, wobei die Amplitude der Mikrobewegungen um so größer ist, je niedriger die Taktfrequenz ist. Befindet sich
5 der Anker in der Nähe des Ventilsitzes kann es damit zu einem Aufschlagen des Ankers auf den Ventilsitz, zu sogenannten Sitzprellern kommen. Dies verursacht ungewollte Geräusche und stellt außerdem eine weitere Anregung des Hydrauliksystems dar. Durch eine hohe Taktfrequenz wird die Amplitude der Mik-
10 robewegungen verkleinert und ihre Frequenz erhöht. Die Taktfrequenz kann beispielsweise auf das 1,5-fache der normalen Taktfrequenz, also beispielsweise auf 1500 Hz erhöht werden. Damit können Sitzpreller wirkungsvoll verhindert werden.

15 In Ausgestaltung der Erfindung ist die Taktfrequenz von einer Temperatur des Betriebsmediums des Elektromagnetventils abhängig. Bei einem Einsatz des Elektromagnetventils in einem Automatikgetriebe handelt es sich bei dem Betriebsmedium um Getriebeöl. Die Temperatur des Betriebsmediums kann dabei ge-
20 messen oder auf Grund anderer Größen berechnet bzw. geschätzt werden. Das Elektromagnetventil kann aber auch mit anderen Flüssigkeiten oder Gasen betrieben werden.

Die Dämpfung eines Hydrauliksystems ist sehr stark von der
25 Temperatur des Betriebsmediums, also des verwendeten Hydraulikfluids abhängig. Bei Verwendung von Hydrauliköl, beispielsweise Getriebeöl, nimmt die Dämpfung bei steigender Temperatur auf Grund der Viskositätsänderung des Hydrauliköls ab. Die dynamischen Kenngrößen des mit dem Hydrauliksystem
30 gebildeten schwingungsfähigen Systems sind somit veränderlich, was ein veränderliches Übertragungsverhalten des Systems zur Folge hat. Durch eine Änderung der Taktfrequenz in Abhängigkeit der Temperatur des Betriebsmediums kann die Taktfrequenz optimal an die aktuelle Dämpfung des Hydraulik-
35 systems angepasst werden. Insbesondere wird die Taktfrequenz mit steigender Temperatur höher. Damit wird die Gefahr von Druckschwingungen im Hydrauliksystem sehr gering.

Bei niedrigen Temperaturen des Betriebsmediums kann ein Elektromagnetventil eine im Vergleich zu höheren Temperaturen größere Hysterese aufweisen, wobei die Gefahr von Druckschwingungen durch die höhere Dämpfung nicht so hoch ist. Die Hysterese kann durch eine größere Amplitude der Mikrobewegungen des Ankers sehr gering gehalten werden, ohne dabei Druckschwingungen anzuregen. Damit ist es vorteilhaft bei niedrigen Temperaturen des Betriebsmediums eine niedrigere Taktfrequenz des Ansteuersignals einzustellen.

In Ausgestaltung der Erfindung ist die Taktfrequenz von der Höhe einer Versorgungsspannung des Elektromagnetventils abhängig; insbesondere wird sie mit steigender Bordspannung höher. In der vorgenannten Einschaltzeit wird das Elektromagnetventil mit der Versorgungsspannung beaufschlagt. Beim Einsatz des Elektromagnetventils in einem Kraftfahrzeug entspricht die Versorgungsspannung meist der Bordspannung des Kraftfahrzeugs. Diese schwankt beispielsweise in Abhängigkeit vom Ladezustand einer Fahrzeugbatterie, dem Zustand eines Generators oder den Anforderungen weiterer Verbraucher sehr stark. Bei heutigen Personenkraftfahrzeugen kann die Versorgungsspannung zwischen ungefähr 9 und 16 V schwanken.

Neben dem Soll-Strom hat die Versorgungsspannung einen entscheidenden Einfluss auf den Verlauf des Ist-Stroms. Durch eine Berücksichtigung der Versorgungsspannung kann die Taktfrequenz optimal an die Eigenschaften des Hydraulikkreises angepasst werden.

30

In einzelnen Fällen kann auch mit steigender Spannung eine Verringerung der Ansteuerfrequenz vorteilhaft sein.

In Ausgestaltung der Erfindung steht ein Verbraucheranschluss des Elektromagnetventils mit einem Verbraucher in Wirkverbindung. Der Verbraucher kann beispielsweise als eine Kupplung eines Automatikgetriebes oder eine Überbrückungskupplung ei-

nes hydrodynamischen Drehmomentwandler ausgeführt sein. Zwischen dem Elektromagnetventil und dem Verbraucher kann ein weiteres Bauelement, beispielsweise ein Steuerschieber oder ein Regelventil, angeordnet sein. Die Taktfrequenz ist dabei
5 von einem Betriebszustand des Verbrauchers abhängig. Beispielsweise wird unter dem Betriebszustand einer Kupplung verstanden, ob sich die Kupplung in einer Füllphase, einer Zuschaltphase, einer Schlupfphase oder einer Drehmomentübertragungsphase befindet.

10

Die Eigenschaften, insbesondere die Steifigkeit, des Hydrauliksystems sind stark vom Betriebszustand des Verbrauchers abhängig. Durch Änderung der Taktfrequenz in Abhängigkeit des Betriebszustand des Verbrauchers kann die Taktfrequenz optimal an die Eigenschaften des Hydrauliksystems angepasst werden.
15

20

25

30

In Ausgestaltung der Erfindung ist dem Ansteuersignal ein Überlagerungssignal mit einer im Vergleich zur Taktfrequenz der pulsweitenmodulierten Ansteuerung kleineren Überlagerungsfrequenz überlagert. Die Überlagerungsfrequenz beträgt beispielsweise zwischen 40 und 80 Hz. Bei einer Einstellung eines Soll-Ventilstroms ist damit dem Soll-Ventilstrom das Überlagerungssignal überlagert. Das Überlagerungssignal kann beispielsweise sinusförmig oder rechteckförmig ausgeführt sein. Die Amplitude des Überlagerungssignals ist dabei erheblich kleiner als die Versorgungsspannung, beispielsweise beträgt die Amplitude zwischen 1/10 bis 1/50 der Versorgungsspannung. Damit wird die Hysterese des Elektromagnetventils
besonders gering.

35

In Ausgestaltung der Erfindung wird die Überlagerungsfrequenz und/oder eine Amplitude des Überlagerungssignals von der Steuerungseinrichtung in Abhängigkeit von Betriebsgrößen des Elektromagnetventils verändert. Es werden dabei die gleichen Abhängigkeiten wie bei der Veränderung der Taktfrequenz der pulsweitenmodulierten Ansteuerung berücksichtigt. Die Veran-

lassung und die Vorteile der Veränderungen der Überlagerungsfrequenz und/oder der Amplitude entsprechen ebenfalls denen der Veränderung der Taktfrequenz.

- 5 Beispielsweise kann die Überlagerungsfrequenz bei steigender Temperatur des Betriebsmediums erhöht werden.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus der Beschreibung und der Zeichnung hervor. Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in
10 der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 einen Ausschnitt einer hydraulischen Steuerung eines Automatikgetriebes mit einem Elektromagnetventil,
15 Fig. 2a - d jeweils ein Diagramm zur zeitlichen Darstellung eines Ansteuersignals des Elektromagnetventils und
20 Fig. 3 ein Diagramm zur zeitlichen Darstellung eines Ist-Ventilstroms.

Gemäß Fig. 1 verfügt eine hydraulische Steuerung eines Automatikgetriebes für ein Kraftfahrzeug über eine Pumpe 10, welche von einer nicht dargestellten Antriebsmaschine angetrieben wird. Die Pumpe 10 fördert ein Betriebsmedium in Form von Getriebeöl aus einem Tank 11 in eine Arbeitsdruckleitung 12 und erzeugt damit in der Arbeitsdruckleitung 12 einen Arbeitsdruck für die hydraulische Steuerung.
25

30

Die Arbeitsdruckleitung 12 ist mit einem Konstantdruckventil 13 verbunden. Das Konstantdruckventil 13 erzeugt an seinem Ausgang 14 und damit in der Versorgungsdruckleitung 15 einen konstanten Druck von beispielsweise 5 bar. Die Versorgungsdruckleitung 15 ist mit einem Versorgungsanschluss 16 eines Elektromagnetventils 17 verbunden.
35

Das Elektromagnetventil 17 wird von einer Steuerungseinrichtung 25 mit einem pulsweitenmodulierten Ansteuersignal angesteuert. Die Steuerungseinrichtung 17 stellt dabei einen Soll-Ventilstrom durch eine Spule 28 des Elektromagnetventils 17 ein, wobei ein Soll-Ventilstrom einem Solldruck an einem Verbraucheranschluss 18 des Elektromagnetventils 17 entspricht. Die Steuerungseinrichtung 25 wird von einem symbolisch dargestellten Bordspannungsnetz 26 versorgt. Die Steuerungseinrichtung 25 steht außerdem mit einem Temperatursensor 35 in Signalverbindung, mittels welchem die Temperatur des Betriebsmediums erfasst wird.

Die Steuerungseinrichtung 25 ist über eine Ansteuerleitung 27 mit einer Spule 28 des Elektromagnetventils 17 verbunden. Mittels eines in der Spule 28 erzeugten Magnetfelds kann ein Anker 29 des Elektromagnetventils 17 bewegt werden. Zwischen dem Anker 29 und einem Ventilsitz 30 ergibt sich ein Übertrittsquerschnitt 31 von einem Druckraum 32, welcher mit dem Versorgungsanschluss 16 verbunden ist, zu einem Tankabfluss 33. Durch Bewegung des Ankers 29 kann der Übertrittsquerschnitt 31 verändert und so der Soll-Druck im Druckraum 32 und damit am Verbraucheranschluss 18 eingestellt werden.

Der Verbraucheranschluss 18 ist über eine Steuerdruckleitung 19 mit einem Regelventil 20 verbunden, wobei der Soll-Druck des Elektromagnetventils 17 als Steuerdruck für das Regelventil 20 dient. Der Steuerdruck kann dabei höchstens so groß sein wie der Druck in der Versorgungsdruckleitung 15. Das Regelventil 20 ist außerdem über einen Arbeitsdruckanschluss 34 mit der Arbeitsdruckleitung 12 verbunden.

Das Regelventil 20 verstärkt den Steuerdruck, so dass an einem Ausgang 22 des Regelschiebers 20, welcher über eine Ausgangsdruckleitung 23 mit einem Stellzylinder 24 einer nicht dargestellten Kupplung des Automatikgetriebes verbunden ist, ein verstärkter Steuerdruck zur Verfügung steht. Mittels einer Ansteuerung des Elektromagnetventils 17 und der Verstär-

kung des Steuerdrucks durch das Regelventil 20 kann die Kupplung von der Steuerungseinrichtung 25 des Automatikgetriebes geschlossen und geöffnet werden. Die Kupplung weist während des Betriebs des Automatikgetriebes verschiedene Betriebszustände auf.

Das Elektromagnetventil kann auch als ein Durchflussregelventil ausgeführt sein.

Das Automatikgetriebe kann beispielsweise als ein Planetengetriebe, ein stufenloses Getriebe (CVT) oder ein automatisiertes manuelles Getriebe (AMT) ausgeführt sein.

In den Fig. 2a, 2b, 2c und 2d ist ein zeitlicher Verlauf eines pulsweitenmodulierten Ansteuersignals des Elektromagnetventils 17 aus Fig. 1 dargestellt. Auf Abszissen 40a, 40b, 40c und 40d ist die Zeit, auf Ordinaten 41a, 41b, 41c und 41d das Ansteuersignal in Form einer an der Spule 28 anliegenden Spannung aufgetragen. Die Taktfrequenzen der Signale in Fig. 2a und 2b sind identisch.

In Fig. 2a entspricht die Zeitspanne zwischen den Zeitpunkten t_{0a} und t_{1a} der Periodendauer des Ansteuersignals. Während dieser Zeitspanne durchläuft das Signal einen kompletten Zyklus von Einschaltzeit und Ausschaltzeit. Die Periodendauer beträgt beispielsweise 1 ms, die Taktfrequenz also 1000 Hz.

Während der Einschaltzeit wird die Spule 28 von der Steuerungseinrichtung 25 mit der Versorgungsspannung U_a beaufschlagt; während der Ausschaltzeit liegt keine Spannung an der Spule 28 an. Die Versorgungsspannung U_a kann dabei während des Betriebs des Kraftfahrzeugs schwanken. Die Einschaltzeit entspricht dabei der Zeitspanne zwischen den Zeitpunkten t_{0a} und t_{2a} . Durch Veränderung der Zeitspanne, also durch Verschieben des Zeitpunktes t_{2a} kann der Strom durch die Spule 28 und damit die Position des Ankers 29 verändert werden. In Fig. 2a entspricht die Einschaltzeit ca. 70 % der

Periodendauer, so dass der Soll- und Ist-Ventilstrom ca. 70 % von einem maximalen Strom beträgt.

Beim Ansteuersignal in Fig. 2b ist der Anteil der Einschaltzeit auf 50 % verkleinert worden. Damit entspricht die Zeitspanne zwischen den Zeitpunkten t_{0b} und t_{2b} genau 50 % der Zeitspanne zwischen den Zeitpunkten t_{0b} und t_{1b} . In Fig. 3 ist qualitativ der sich aus dem Ansteuersignal ergebende Ist-Ventilstrom durch die Spule 28 dargestellt. Der Ist-Ventilstrom schwankt sägezahnartig um sein arithmetisches Mittel I_m . Während der Einschaltphase des Ansteuersignals steigt der Ist-Ventilstrom bis über I_m an, um in der Ausschaltphase bis unter I_m abzusinken. Beim Ansteigen und Abfallen ergibt sich ein PT1-Verhalten, welches durch die Induktivität der Spule 28 begründet ist. Die Periodenzeit und damit die Taktfrequenz des Ist-Ventilstroms sind identisch mit der Periodenzeit und der Taktfrequenz des Ansteuersignals in Fig. 2b.

Das Ansteuersignal in Fig. 2c weist im Vergleich zu den Signalen in den Fig. 2a und 2b eine höhere Taktfrequenz, beispielsweise 1600 Hz auf. Dies wird erreicht, indem der Zeitpunkt t_{1c} in Richtung des Zeitpunkts t_{0c} verschoben wird und damit die Periodendauer verkleinert wird. Da die Einschaltzeit ($t_{0c} - t_{2c}$) wie beim Signal in Fig. 2b 50 % der Periodendauer entspricht, ist der Soll-Ventilstrom genauso groß wie beim Ansteuersignal in Fig. 2b.

Allerdings verändert sich der nicht dargestellte Verlauf des Ist-Ventilstroms. Die Frequenz des Sägezahn-Verlauf wird größer und die Amplitude kleiner. Differenzen zwischen dem unveränderten arithmetischen Mittel des Ist-Ventilstroms und einem Maximum- bzw. Minimumwert des Ist-Ventilstroms werden kleiner. Damit wird auch die Amplitude der Mikrobewegungen des Ankers kleiner und die Frequenz höher. Eine im Vergleich zu einem Normalbetrieb höhere Taktfrequenz wird bei hohen

Temperaturen des Betriebsmediums eingestellt oder dann, wenn sich der Anker 29 in der Nähe des Ventilsitzes 30 befindet.

Das Ansteuersignal in Fig. 2d weist im Vergleich zu den Signalen in den Fig. 2a und 2b eine niedrigere Taktfrequenz, beispielsweise 500 Hz auf. Dies wird erreicht, indem der Zeitpunkt t_{1d} vom Zeitpunkt t_{0d} weg verschoben wird und damit die Periodendauer vergrößert wird. Da die Einschaltzeit ($t_{0d} - t_{2d}$) wie beim Signal in Fig. 2b 50 % der Periodendauer entspricht, ist der Soll-Ventilstrom genauso groß wie beim Ansteuersignal in Fig. 2b.

Der Verlauf des Ist-Ventilstroms verändert sich. Die Frequenz des Sägezahn-Verlauf wird kleiner und die Amplitude größer. Damit wird auch die Amplitude der Mikrobewegungen des Ankers größer und die Frequenz niedriger. Eine im Vergleich zu einem Normalbetrieb niedrigere Taktfrequenz wird bei niedrigen Temperaturen des Betriebsmediums eingestellt.

DaimlerChrysler AG und
Robert Bosch GmbH

Heidinger
03.02.2003

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zur Steuerung eines Elektromagnetventils, insbesondere für ein Automatikgetriebe eines Kraftfahrzeugs, wobei eine Spule (28) des Elektromagnetventils (17) von einer Steuerungseinrichtung (25) mit einem pulsweitenmodulierten Ansteuersignal angesteuert wird,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Taktfrequenz des Ansteuersignals von der Steuerungseinrichtung (25) in Abhängigkeit von Betriebsgrößen des Elektromagnetventils (17) verändert wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Taktfrequenz von einem Soll- und/oder Ist-Ventilstrom durch die Spule (28) abhängig ist.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass
- ein Anker (29) des Elektromagnetventils auf Grund einer Kraft, welche von der Spule (28) erzeugt wird,
25 bewegbar ist,
 - die genannte Kraft und damit die Position des Ankers (29) vom Soll- und/oder Ist-Ventilstrom abhängig ist,
 - das Elektromagnetventil (17) über einen Übertritts-
30 querschnitt (31) zur Beeinflussung von Druck- und/oder Strömungsverhältnissen eines Betriebsmediums verfügt,

- der Übertrittsquerschnitt (31) mittels des Ankers (29) veränderbar ist und
- die Taktfrequenz bei einem ersten Soll- und/oder Ist-Ventilstrom größer ist als bei dem zweiten Soll- und/oder Ist-Ventilstrom,

5

wobei der Übertrittsquerschnitt (31) beim ersten Soll- und/ oder Ist-Ventilstrom kleiner ist als bei dem zweiten Soll- und/oder Ist-Ventilstrom.

- 10 4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Taktfrequenz von einer Temperatur des Betriebs-
mediums des Elektromagnetventils (17) abhängig ist.

- 15 5. Verfahren nach Anspruch 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Taktfrequenz mit steigender Temperatur des Arbeitsmediums höher wird.

- 20 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Taktfrequenz von der Höhe einer Versorgungsspannung des Elektromagnetventils (17) abhängig ist.

- 25 7. Verfahren nach Anspruch 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Taktfrequenz mit steigender Versorgungsspannung höher wird.

- 30 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass ein Verbraucheranschluss (18) des Elektromagnetventils (17) mit einem Verbraucher (Kupplung 24) in Wirkverbindung steht und die Taktfrequenz von einem Betriebszu-
35 stand des Verbrauchers (Kupplung 24) abhängig ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass dem Ansteuersignal ein Überlagerungssignal mit einer
im Vergleich zur Taktfrequenz der pulsweitenmodulierten
5 Ansteuerung kleineren Überlagerungsfrequenz überlagert
ist.
10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
10 dass die Überlagerungsfrequenz und/oder eine Amplitude
des Überlagerungssignals von der Steuerungseinrichtung
(25) in Abhängigkeit von Betriebsgrößen des Elektromag-
netventils (17) verändert wird.

DaimlerChrysler AG und
Robert Bosch GmbH

Heidinger
03.02.2003

Zusammenfassung

5 1. Verfahren zur Steuerung eines Elektromagnetventils, insbesondere für ein Automatikgetriebe eines Kraftfahrzeugs.

10 2.1. Bei bekannten Verfahren werden Elektromagnetventile mit einem pulsweitenmodulierten Signal mit konstanter Taktfrequenz angesteuert. Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren vorzuschlagen, mittels welchem ein schnelles Ansprechverhalten und eine hohe Einstellgenauigkeit des Elektromagnetventils ermöglicht wird.

15 2.2. Die spezifischen Eigenschaften eines Hydrauliksystems, in welchem Elektromagnetventile Verwendung finden, insbesondere die Steifigkeit und die Dämpfung, sind nicht konstant, sondern ändern sich erheblich bei verschiedenen Betriebszuständen des Hydrauliksystems bzw. Betriebsgrößen des Elektromagnetventils. Durch die erfindungsgemäße Änderung der Taktfrequenz in Abhängigkeit von Betriebsgrößen des Elektromagnetventils wird diesen unterschiedlichen Eigenschaften Rechnung getragen. Damit
20 kann die Taktfrequenz optimal an die Eigenschaften des Hydrauliksystems angepasst werden und ein schnelles Ansprechverhalten und eine hohe Einstellgenauigkeit erreicht werden.

25 2.3. Einsatz in einem Kraftfahrzeug.
30

Fig. 1

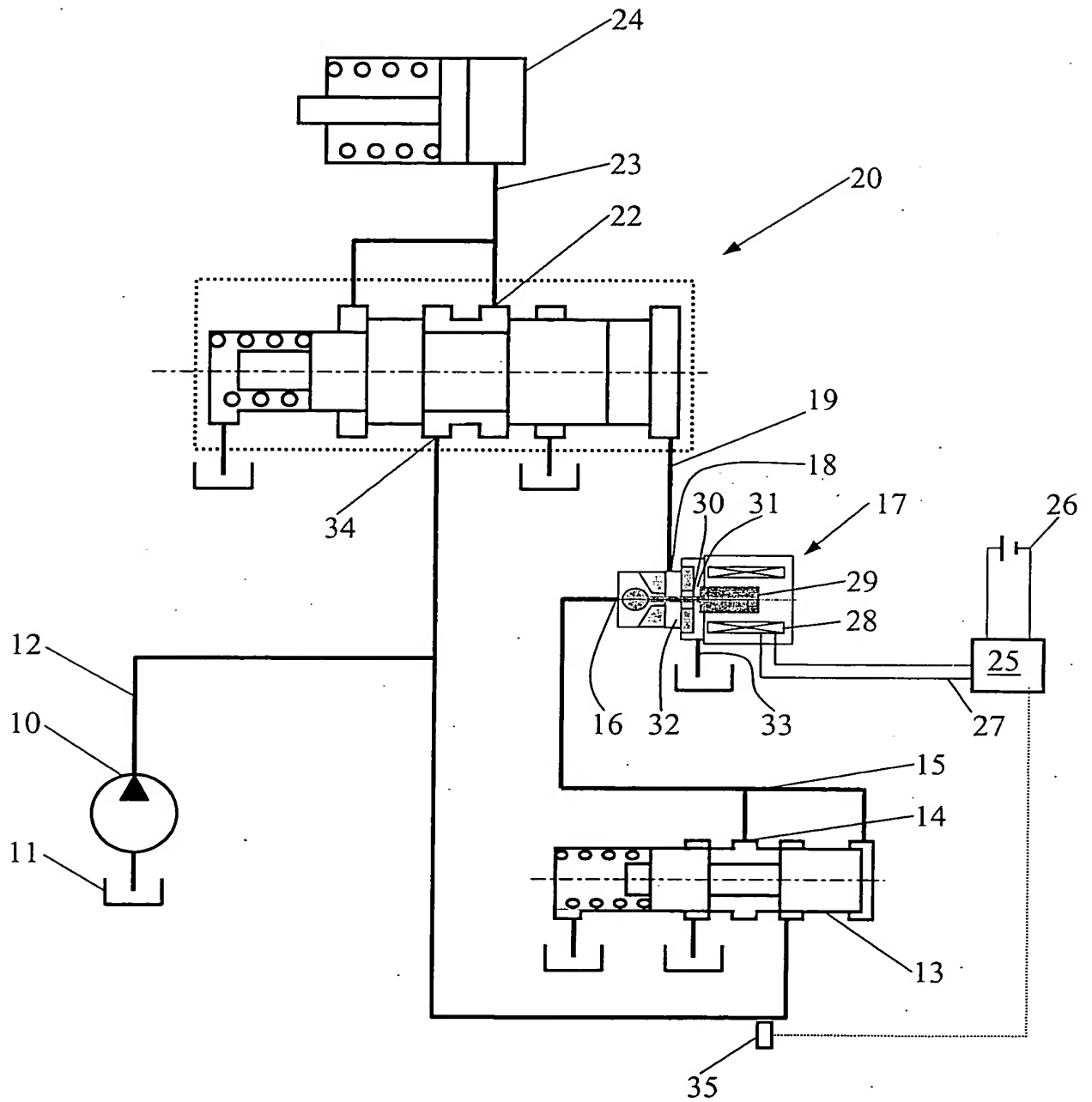


Fig. 2a

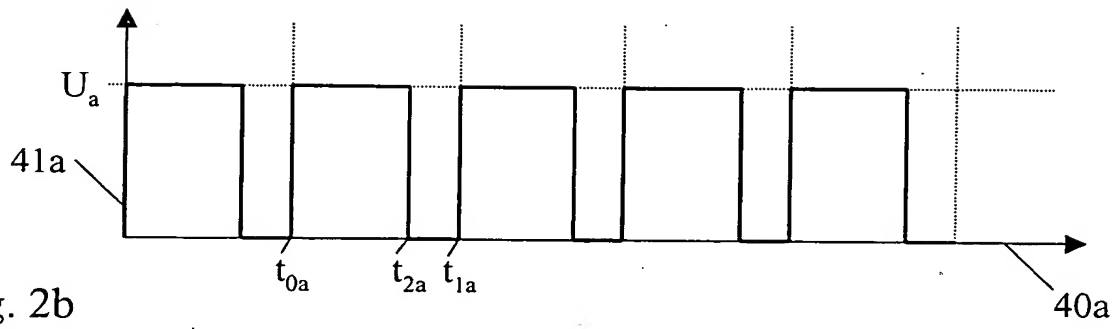


Fig. 2b

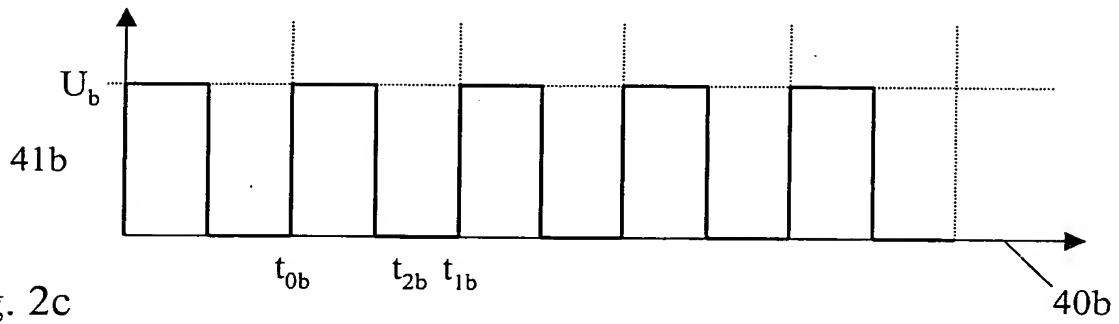


Fig. 2c

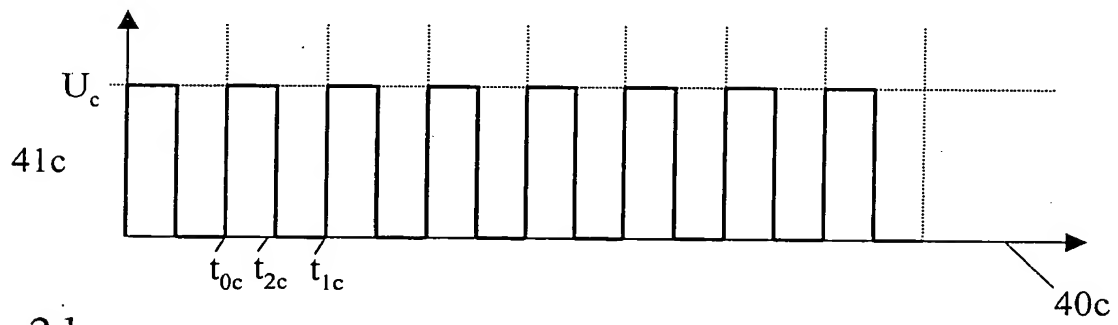


Fig. 2d

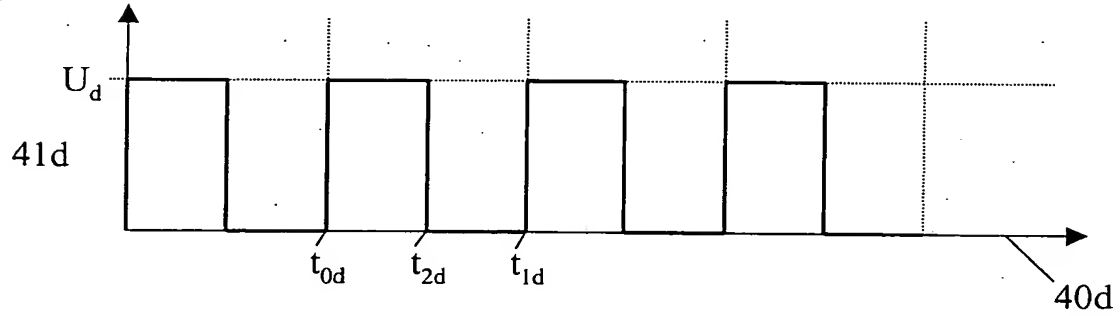


Fig. 3

